

学校编码: 10384

学 号: 25320111151736

分类号_____密级_____

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

新型快装板式轻型木结构设计

Design of the Light Wood Frame Structure Fitted in Site
with Transportable Blocks

徐 晨

指导教师姓名: 张鹏程 副教授

专 业 名 称: 建筑与土木工程

论文提交日期: 2014 年 4 月

论文答辩时间: 2014 年 5 月

学位授予日期: 2014 年 6 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2014 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

轻型木结构具有环保节能、使用性能好、施工安全、生态效益显著、保温隔热性能优良等许多优点，是一种较理想的居住建筑结构形式，近几年来，在我国应用逐渐增多。目前我国引进的轻型木结构均是采用进口的木材和成套的加拿大、美国的建造技术，如果结合我国本土特点，尚有优化空间。我所参加的研究课题尝试将已有“逐根龙骨现场钉装”的建造方法改为“预制板块进场组装”，借此达到高效利用木材、提高施工速度和降低安装成本的目的，使轻型木结构住宅可以实现产业化生产。

本文研究这种新型轻型木结构成品墙板、楼板，模块化生产的适宜尺度、生产加工技术，介绍这种新型快装板式结构，及其楼板、墙板的构造方法和性能特点，着重研讨其结构设计计算方法。讨论了轻型木结构房屋，在水平作用下，考虑横墙间距、排架刚度、楼板做法等因素影响时，结构的空间工作性能及结构静力计算方案，对轻型木结构优化设计、简化计算有参考价值。为较好的表述课题研究成果，本文将所介绍的新型快装板式轻型木结构房屋的设计方法、构件详图、生产工序工艺、施工安装方法和完整且详细的工艺，绘制成一册图集，以方便工程参考。

关键词：轻型木结构；快装板式结构；静力计算方案

ABSTRACT

The Light Wood Frame Construction has so many advantages such as green energy, excellent operational performance, safety, significant ecological benefit, excellent thermal insulation properties, that it has been an ideal form of residential building construction and applied increasing gradually in recent years. At present, the Light Wood Frame Construction that introduced to China uses imported timber and complete sets of construction technology from Canadian and American. There is optimization space if it combined with our local characteristics. The research projects I have participated have been trying to change the construction method “Install timber one by one on site” to “Approach to assemble prefabricated blocks”, So as to achieve the purposes that efficient use of wood ,improving the speed of construction, reduce installation cost. So that the Light Wood Frame Construction can be realized industrial production.

This paper presents a series of method to design a wood house which can be fabricated in diverse, typically standardized transportable block parts in manufacturing plant, and can be fitted in site in very short time. The paper introduces the structural measures and performance characteristics of blocks of floor and wall, especially the design method. For the calculation of the blocks-assembled structure, the static calculation schemes were discussed based on the spatial interacting effect between the shear walls and roof beams as the structure under both the horizontal and the vertical forces action. It is considering factors such as spacing of cross wall, bent stiffness, floor construction. And there is reference value for structure optimization design and simplified calculation of Light Wood Frame Construction. For more clearly explaining the design, we draw a book atlas with the component detail drawings, the production process, installation method, and other necessary explanation, that can be beneficial suggestions for the constructing.

Key words : Light Wood Frame Construction; Transportable Blocks; Static Calculation Schemes

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

第一章 绪论	1
1.1 选题背景及研究意义	1
1.2 轻型木结构简介	2
1.2.1 基本结构形式.....	2
1.2.2 结构材料.....	4
1.2.3 轻型木结构的使用性能.....	8
1.3 国内外研究现状	10
1.3.1 国外研究现状.....	10
1.3.2 国内研究现状.....	11
1.4 本文主要内容	12
第二章 新型快装板式轻型木结构	14
2.1 概述	14
2.2 新型快装板式轻型木结构简介	14
2.2.1 基础.....	16
2.2.2 楼盖结构.....	17
2.2.3 墙体结构.....	18
2.2.4 屋架.....	18
2.2.5 连接设计.....	20
2.3 改进后的结构特点	21
2.3.1 结构适用范围.....	21
2.3.2 与原有轻型木结构比较.....	21
2.3.3 改进结构的其他优点.....	22
2.4 相关构造措施	23
2.4.1 防水防潮处理.....	23
2.4.2 防火处理.....	24
2.4.3 防腐处理.....	27
2.4.4 防白蚁处理.....	28
2.5 本章小结	30
第三章 快装板式木结构设计及验算	31
3.1 板式木结构静力计算方案	31
3.1.1 计算简化.....	31
3.1.2 荷载传力路线和荷载计算.....	31
3.1.2 水平荷载作用下结构受力分析.....	33
3.1.3 静力计算方案讨论.....	35
3.1.4 静力计算方案划分.....	35
3.2 墙体设计计算	41
3.2.1 刚性方案房屋的墙体设计计算.....	41

3.2.2 弹性方案房屋的墙体设计计算.....	44
3.2.3 刚弹性方案房屋的墙体设计计算.....	44
3.2.4 剪力墙设计计算.....	45
3.2.5 墙体开口和过梁设计计算.....	47
3.3 楼盖设计	49
3.3.1 计算简图和内力计算.....	49
3.3.2 截面承载力计算.....	50
3.3.3 木基结构板抗剪验算.....	51
3.4 连接计算	52
3.4.1 螺栓抗剪设计.....	52
3.4.2 地脚锚栓抗拉设计.....	53
3.5 本章小结	54
第四章 快装板式轻型木结构图集	55
4.1 工程设计	55
4.1.1 荷载计算.....	55
4.1.2 楼盖计算.....	58
4.1.3 墙体计算.....	59
4.2 图集制作	62
4.3 本章小结	79
第五章 结语	80
5.1 结论	80
5.2 还需深化的工作	80
参考文献	81
致 谢.....	84
攻读硕士学位期间发表论文	85

CONTENTS

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Background and Research Significance of Topics	1
1.2 A Brief Introduction to Light Wood Frame Construction	2
1.2.1 Basic Structural Style.....	2
1.2.2 Materials	4
1.2.3 Advantages of Light Wood Frame Construction.....	8
1.3 Overseas and Domestic Research Status	10
1.3.1 Overseas Research Status	10
1.3.2 Domestic Research Status.....	11
1.4 Main Content of This Paper.....	12
Chapter 2 The Light Wood Frame Construction Fitted in Site with	
Transportable Blocks.....	14
2.1 Outline.....	14
2.2 Introduction of The New Light Wood Frame Construction	14
2.2.1 Foundation	16
2.2.2 Floor Framing	17
2.2.3 Wall Structure	18
2.2.4 Roof Truss.....	18
2.2.5 Joints Design.....	20
2.3 The Characteristics of Improved Structure	21
2.3.1 Application Range of Structure.....	21
2.3.2 Compared With The Original Light Wood Frame	21
2.3.3 The Advantages of Improved Structure	22
2.4 Other Structural Measure.....	23
2.4.1 Waterproofing Treatment	23
2.4.2 Fireproofing Treatment	24
2.4.3 Anti-Corrosion Treatment	27
2.4.4 MothProofing Treatment.....	28
2.5 Brief Summary	30
Chapter 3 Design and Check Calculation of The New Light Wood	
Frame Construction.....	31
3.1 Static Calculation Schemes of The New Light Wood Frame Construction	
.....	31
3.1.1 Simplified Calculation	31
3.1.2 Load Path and Load Calculation.....	31

3.1.2 Structure Analysis Under Horizontal Load.....	33
3.1.3 Discussion of Static Calculation Schemes.....	35
3.1.4 Division of Static Analysis Scheme.....	35
3.2 Design and Calculation of Wall	41
3.2.1 Design and Calculation of Wall in Rigid Static Calculation Schemes Building.....	41
3.2.2 Design and Calculation of Wall in Elastic Static Calculation Schemes Building.....	44
3.2.3 Design and Calculation of Wall in Rigid-Elastic Static Calculation Schemes Building	44
3.2.4 Design and Calculation of Shear Wall	45
3.2.5 Design and Calculation of Wall Openings and Lintel	47
3.3 Design and Calculation of Floor	49
3.3.1 Calculation Diagram and Internal Force Calculation	49
3.3.2 Calculation of Section Bearing Capacity	50
3.3.3 Checking Shear Strength of OSB	51
3.4 Joints Calculation.....	52
3.4.1 Shear Design of Bolt.....	52
3.4.2 Tensile Design of Sill Anchor	53
3.5 Brief Summary	54
Chapter 4 Atlases of The Light Wood Frame Construction Fitted in Site with Transportable Blocks.....	55
4.1 Engineering Design	55
4.1.1 Load Calculation.....	55
4.1.2 Floor Calculation	58
4.1.3 Wall Calculation.....	59
4.2 Atlases.....	62
4.3 Brief Summary	79
Chapter 5 Conclusions.....	80
5.1 Conclusions.....	80
5.2 Work Need to Deepen	80
References	81
Acknowledgements	84
List of Published or Accepted Papers	85

第一章 绪论

1.1 选题背景及研究意义

在中国历史上,木结构一直是中国居住建筑的主要形式。无论是湘西的吊脚楼还是江南的水乡民居抑或是北京的宫殿、四合院,都是以木结构为主的建筑。然而,近半个世纪,由于森林管理不善,滥砍滥伐,导致林业资源匮乏,木材已经极少用于房屋建筑,相应的研究也是停滞不前。

在中国木结构停滞的这些年,国外很多发达地区,木结构建筑却得到了快速发展^[1]。环境统治、林业生产、建筑用材协调发展,木结构从取材、设计、加工到安装均实现了规范化、制度化和信息化。2000 年以来,由于中国经济快速发展,与欧美的交流广泛,国外的木材和结构体系正逐渐引入中国。在北欧和北美,已经实现了森林资源的良性循环,实现科学砍伐,因此木材是常用的建筑材料,其中轻型木结构建筑是首选的住宅形式。在北美,如加拿大和美国,90%以上的家庭住宅和低层公寓选择轻巧的轻型木结构;在北欧,其家庭建筑超过 90%为三层以下木结构^[2]。北美和北欧的轻型木结构住宅的标准化、工业化生产和其相应的配套安装技术均已很成熟。

随着现代经济的发展,如今的社会更关注环境的可持续发展,因此建筑领域也日益注重节能减排和绿色环保,轻型木结构由于其能耗低、建筑材料环境亲和力强、抗震性能优良等优点,满足了业主对环保节能和舒适的要求,轻木结构建筑的建设在逐年增多,从而得到了国家建设部住宅产业发展中心的大力支持和推广。为了借鉴国外轻型木结构方面先进的制造技术和成熟经验,在 2003 年建设部发布了 GB50005-2003《木结构设计规范》^[3],在第 9 章加入了轻型木结构的内容,并在附录中给出轻型木结构的相关要求和设计要点。该规范从现代木结构角度,给出了轻型木结构的使用条件,进一步扩大了木结构的适用范围。

轻型木结构具有节能、抗震性能好、施工安全、周期短且保温隔热性能优良等优点,是一种较理想的居住建筑结构。建筑物采用木结构在现时代具有十分重要的生态环保意义:①木材环保节能,相对于钢筋混凝土建筑而言木结构建筑在建设和生产过程中消耗的能源比较少,对环境产生的污染也较之减少,有利于改

善环境质量和生态平衡；②木材再生产能刺激森林培育,能在生态环保的前提下走出资源良性使用、循环之路：只要合理开采、种植，相对其他建筑材料而言，木材是最易再生产的，而木材的再生产可以刺激森林培育，提高我国对森林开发的重视度^[4]。由此可见，推广轻型木结构对环境发展和生态建设有重要的生态环保与经济价值。



图 1.1 学校



图 1.2 住宅建筑

1.2 轻型木结构简介

1.2.1 基本结构形式

在我国《木结构设计规范》中，轻型木结构是指主要由木构架墙，木楼盖和木屋盖系统构成的结构体系，适用于三层及三层以下的民用建筑^[3]。它主要是利用均匀密布的规格材和覆面板组成骨架来承受房屋各种平面和空间作用，如图 1.3所示。

轻型木结构体系有两种基本结构形式：连续墙骨柱式和平台框架式。从图1.4中可看出两者的不同。连续墙骨柱式就是指墙骨柱从基础底梁板一直延伸到屋盖下的顶梁板，保持着竖向承压构件顺纹连贯受力，其底层楼盖格栅锚固于靠近墙骨柱的底梁板上。平台框架式就是将墙体和楼板分开建造，已建成的楼盖可以作为上部墙体施工时的工作平台，即墙立于楼板上，目前由于结构简单和容易建造而被广泛使用。

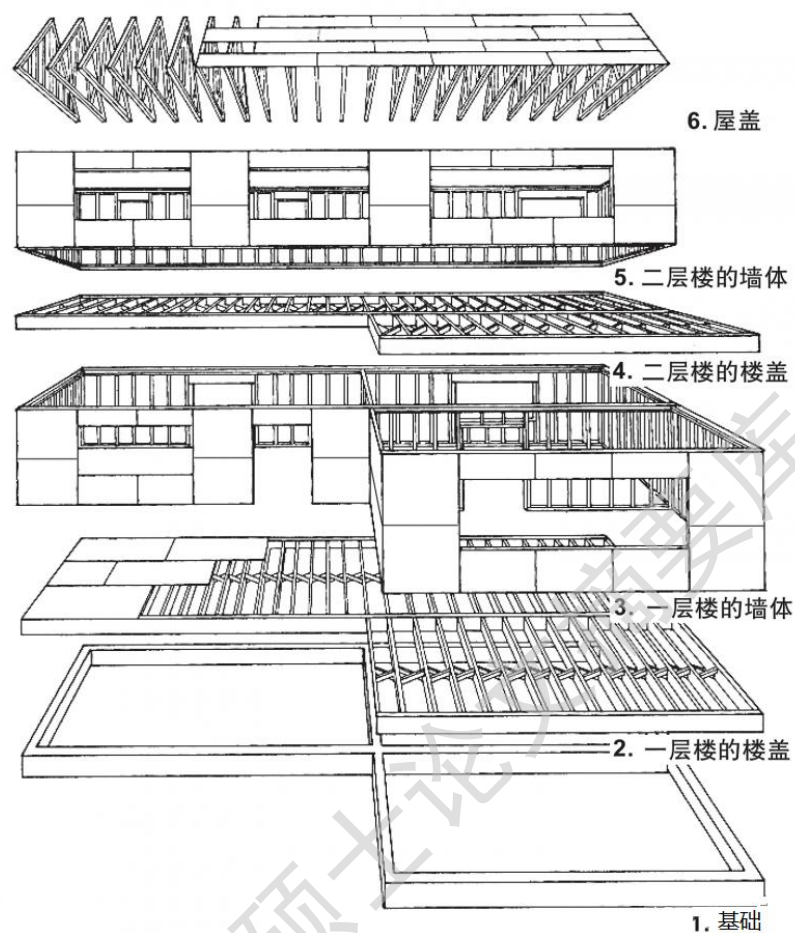
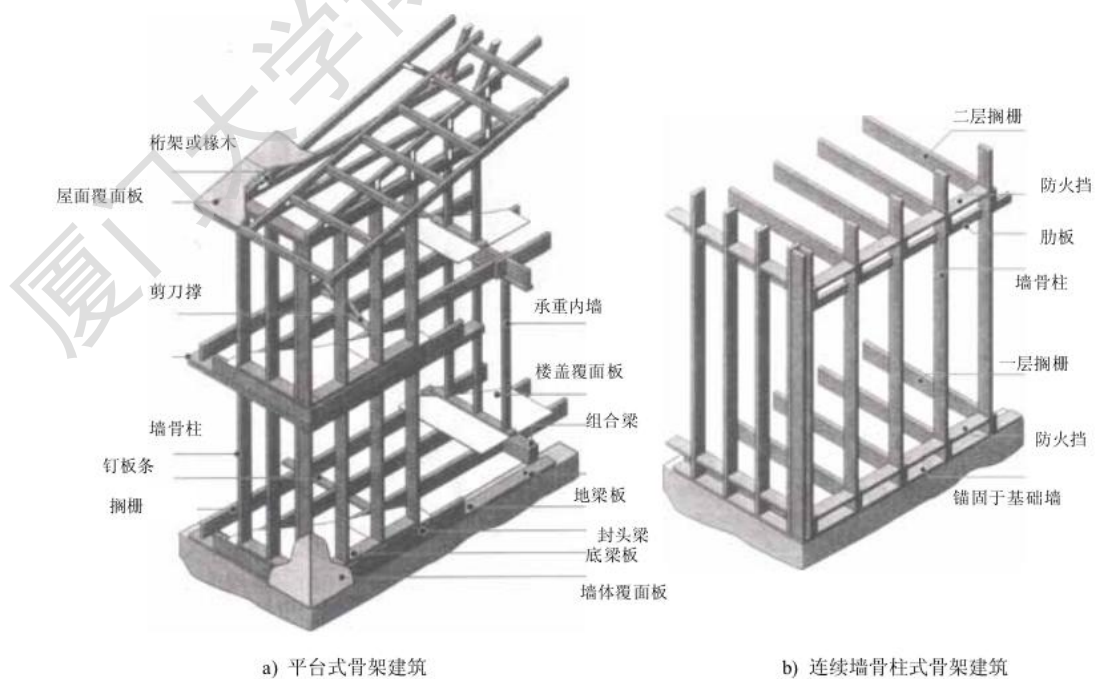


图 1.3 典型轻型木结构示意图^[5]



a) 平台式骨架建筑

b) 连续墙骨柱式骨架建筑

图 1.4 两种轻型木结构基本结构形式^[6]

两者的异同对照如表1.1示。

表1.1 连续墙骨柱式和平台框架的比较

	连续墙骨柱式	平台框架
连接方式	钉连接为主	钉连接为主
优点	上下楼层墙骨木柱采用端面直接对接连通，上下层墙骨柱连续顺纹受压传力，接头间无横纹承压板、梁阻隔、过渡，墙骨柱顺纹拉压，受力连贯。	1、结构简单，建造方便，可以在工厂进行简单预制。 2、已完工的楼盖可以作为上部墙体的施工时的工作平台，现场施工安装方便，如果是单根安装则不需要大型的起吊设备。
缺点	1、墙骨要求连续，施工不能提前预制，现场安装比较困难。 2、对墙骨柱纵向变形要求严格。	1、墙立于楼层板上，墙骨柱无法连续，层间剪力只能靠连接钉及摩擦力传递，楼层板、梁横纹受压易挤扁变形而导致房屋结构不均匀变形大。 2、由于采用钉连接，在工厂只能预制好骨架，内部保温系统以及木基结构板材只能在现场进行制作，施工速度比较慢

1.2.2 结构材料

轻型木结构的主要组成材料是规格材和木基结构板材。规格材用作框架中的主要构件，如墙骨柱、搁栅、梁等。木基结构板通常用作框架的覆面板，覆盖在整个结构上。除这两种之外，其他的木制品也常用于建筑结构中。这些产品都有特定的用途尺寸，并按照特定的标准生产。

1.规格材

规格材是指按规定的标准尺寸加工而成的锯材，是轻型木结构建筑中主要材料。规格材由原木切割而成，它的生产过程（见图 1.5）是先将原木去皮，其次是将原木纵向切成板或方料，第三步是修剪这些粗产品，通过再次切边将其切割成特定的大小和长度。在现代锯木厂，生产过程一般是由计算机和激光设备控制，

生产过程中产生很少的废料而且生产速度很快，保证机械化生产。最后一步是等木材完全干燥后刨光，使其变平整并制作成规定的长度和平直度。全部规格材制成之后对其进行目测分级或机械分级分类，要保证最终产品的质量稳定、尺寸精确。在工厂制作时，应严格执行标准对含水率的要求，要求出厂时含水率不应大于 20%。

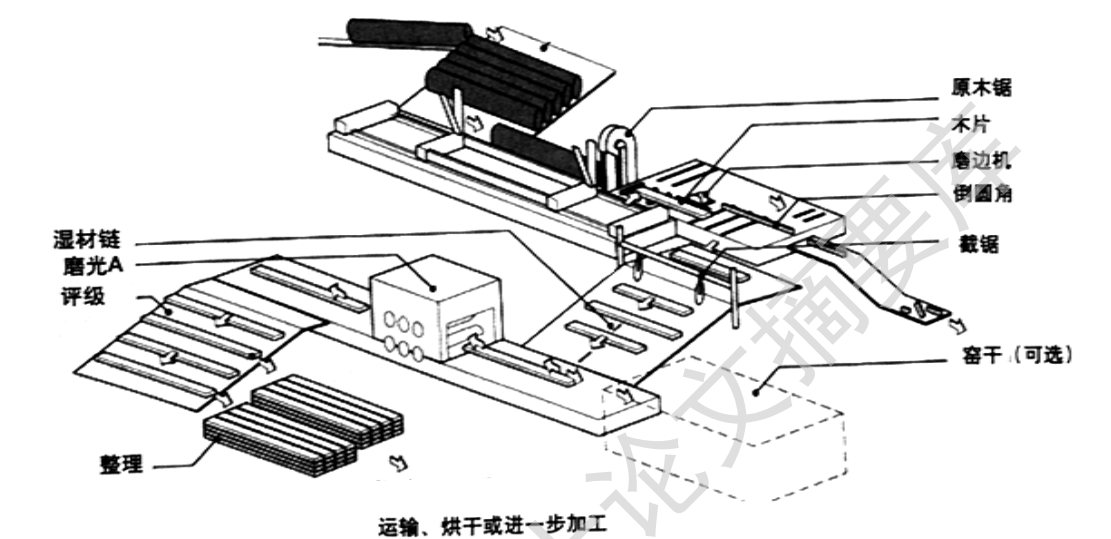


图 1.5 木材锯材加工^[7]

用于轻型木结构中的规格材必须满足《木结构设计规范》规定的木材目测分级等级要求，对于进口规格材应符合北美规定等级要求。两者对应关系如表 1.2 所示。目测分级规格材截面尺寸应符合 GB50005-2003 附录 N^[3]的规定。

表 1.2 目测分级规格材的材质等级^[3]

项次	主要用途	国标等级	北美等级
1	用于对强度、刚度和外观有较高要求的构件	I c	Select structural
2		II c	No.1
3	用于对强度、刚度有较高要求对外观只有一般要求的构件	IIIc	No.2
4	用于对强度、刚度有较高要求而对外观无要求的构件	IVc	No.3
5	用于墙骨柱	V c	Stud
6	除上述用途外的构件	VIc	Construction
7		VIIc	Standard

对于进口规格材，当截面尺寸与附录 N 的尺寸相差不超过±2mm 时，可与其相应规格材等同使用，但在计算时应按照实际尺寸进行计算。表 1.3 列出规格材尺寸及常见用途。

表 1.3 规格材截面尺寸及常见用途^[3]

按英制标准尺寸	国标尺寸	常见用途
38×38	40×40	挂板条、斜撑、钉板条、压条、轻型非结构框架等
38×64	40×65	
38×89	40×90	墙骨、地梁板、填块、桁架构件等
38×140	40×140	
38×184	40×185	搁栅、椽条、过梁、组合梁、楼梯梁、踏板等
38×235	40×235	
38×286	40×285	
64×64~286	65×65~285	梁、其他
89×89~286	90×90~285	



图 1.6 常见规格材

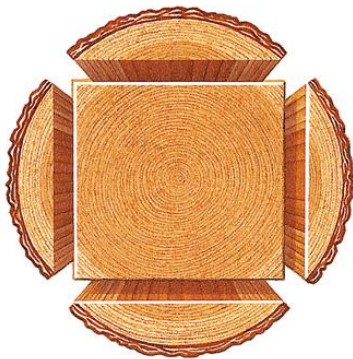


图 1.7 规格材制作

2.木基结构板

木基结构板材主要包括结构胶合板（plywood）和定向刨花板（OSB）。木基结构板材在轻型木结构中主要用作墙体和楼、屋盖的覆面板，主要起到传递和承载由地震作用和风荷载产生的水平力，在抗震和抗风中起到很大的作用。木基结

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”. Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库